

PREDIKSI SISA UMUR LAYAN DENGAN METODE PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) PADA RUAS JALAN LINGKAR PATI

Ary Setyawan, Florentina Pungky Pramesti, Zein Siddiq Rikiaifuni

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret

Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126. Telp. 0271-634524.

Email: arysetyawan@staff.uns.ac.id

Abstract

Road pavement performance is a function of the relative ability of the pavement to serve traffic in a certain period. Overloading on the road pavement design assumptions can cause road service life to run out before a predetermined time. Prediction of the remaining service life can be used as a reference in choosing the right type of handling for road performance. This research will discuss the condition of road pavement and predict the remaining service life on Pati Ring Road section using Pavement Condition Index (PCI) method. This study uses a descriptive analysis method, which provides an overview of the condition of the road pavement studied with the PCI method. The data used is secondary data obtained from BBPJJN Central Java and DIY in 2020. The results of this study show that the pavement of the Pati Ring Road section has an average PCI value of 75.91 out of 13 segments with Satisfactory conditions. Pati Ring Road section has a remaining service life under 1 year in segment 13, remaining between 1-10 years there are in segments 6, 7, 8, 9, 10, 11, and 12, and remaining between 11-20 years there are in segments 1, 2, 3, 4, and 5.

Keywords: Pavement, PCI, Remaining Service Life.

Abstrak

Kinerja perkerasan jalan merupakan fungsi dari kemampuan relatif dari perkerasan untuk melayani lalu lintas dalam suatu periode tertentu. Beban kendaraan yang berlebih (*overload*) pada asumsi desain perkerasan jalan dapat menyebabkan umur layan jalan menjadi habis sebelum waktu yang telah ditentukan. Prediksi sisa umur layan dapat digunakan sebagai acuan dalam pemilihan jenis penanganan atau pemeliharaan yang tepat untuk kinerja jalan agar dapat kembali seperti kondisi semula atau tidak menurun drastis. Penelitian ini akan membahas tentang kondisi perkerasan jalan dan memprediksi sisa umur layan pada ruas Jalan Lingkar Pati menggunakan metode *Pavement Condition Index* (PCI). Penelitian ini menggunakan metode deskriptif analisis yaitu memberikan gambaran tentang kondisi perkerasan jalan yang diteliti dengan metode PCI. Data yang digunakan adalah data sekunder yang didapatkan dari BBPJJN Jawa tengah dan DIY tahun 2020. Hasil penelitian ini menunjukkan perkerasan ruas Jalan Lingkar Pati memiliki nilai PCI rata-rata 75,91 dari 13 segmen dengan kondisi *Satisfactory*. Ruas Jalan Lingkar Pati memiliki sisa umur layan di bawah 1 tahun pada segmen 13, kemudian untuk sisa umur layan antara 1-10 tahun terdapat pada segmen 6, 7, 8, 9, 10, 11, dan 12, serta untuk sisa umur layan antara 11-20 tahun terdapat pada segmen 1, 2, 3, 4, dan 5.

Kata Kunci : PCI, Sisa Umur Layan, Perkerasan.

PENDAHULUAN

Jalan memiliki peranan yang sangat penting sebagai prasarana transportasi di kehidupan manusia (Karim, H. A., Lis Lesmini, S. H., Sunarta, D. A., SH, M., Suparman, A., SI, S., ... & Bus, M, 2023). Menurut Sukirman, (1992), perkerasan jalan adalah suatu lapisan yang terletak diatas tanah dasar yang telah dipadatkan dan berfungsi untuk memikul beban lalu lintas yang kemudian menyebarkannya ke badan jalan (tanah dasar), supaya tanah dasar tidak menerima tekanan lebih besar dari pada daya dukung yang diijinkan. Infrastruktur jalan yang memadai dapat membantu dalam kemajuan perekonomian di era industrialisasi dan angkutan umum, barang, dan jasa. Oleh karena itu, dibutuhkan ketersediaan sarana infrastruktur jalan yang memadai. Ketersediaan jalan yang memadai berpengaruh terhadap kelancaran arus lalu lintas. Perlu adanya pengecekan kondisi perkerasan jalan yang akan dapat dipakai sebagai acuan dalam usaha pemeliharaan, peningkatan atau rehabilitasi secara optimal.

Lapisan perkerasan jalan akan mengalami penurunan kualitas yang diakibatkan cuaca, pembebanan lalu lintas yang meningkat, drainase yang buruk, serta kondisi lingkungan (Yudaningrum dkk, 2017). Hal ini dapat diketahui dengan kerusakan yang ada pada permukaan jalan. Kerusakan pada lapis perkerasan jalan bervariasi, seiring bertambahnya umur perkerasan jalan dapat merusak struktur lapisan dibawahnya dan akan mempengaruhi kerusakan pada daerah sekitar kerusakan awal sehingga kerusakan akan melebar dan berpengaruh terhadap kenyamanan dan keamanan berlalu lintas (Hutauruk dkk 2015).

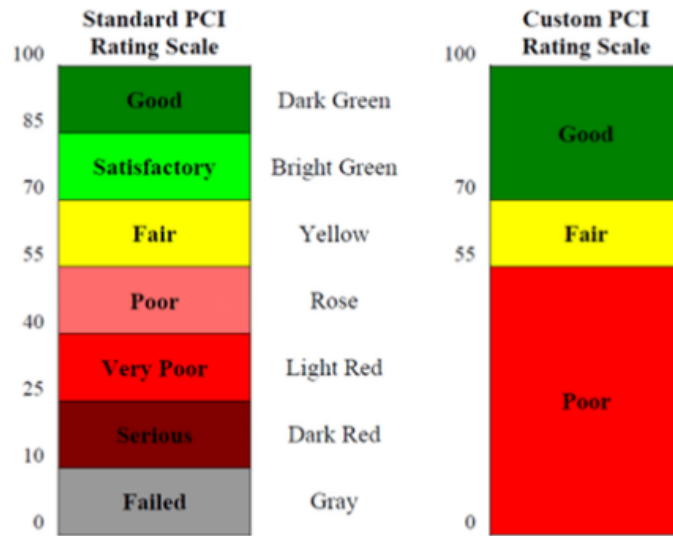
Pelaksanaan pembangunan jalan tentu perlu adanya umur rencana pelayanan yang disesuaikan kebutuhan dan pertumbuhan kondisi lalu lintas sampai masa umur layan berakhir. Umur rencana jalan adalah jumlah waktu yang dapat dicapai suatu jalan dari mulai jalan tersebut digunakan hingga jalan tersebut membutuhkan perbaikan berat. Dalam merancang struktur perkerasan jalan di Indonesia, umur rencananya ditentukan dalam Manual Desain Perkerasan Jalan Revisi 2017 (MDPJ 2017) Nomor 04/SE/Db/2017. Menurut MDPJ 2017 umur rencana untuk perkerasan lentur dengan elemen perkerasan lapisan aspal dan lapisan berbutir direncanakan memiliki umur rencana 20 tahun. Kemudian untuk perkerasan lentur dengan elemen *Cement Treated Based* (CTB) dan semua perkerasan untuk daerah yang tidak dimungkinkan *overlay* serta untuk jenis perkerasan kaku direncanakan memiliki umur rencana 40 tahun. Sedangkan untuk jalan tanpa penutup direncanakan memiliki umur rencana minimum 10 tahun. Namun, kondisi di lapangan sangat berbeda dengan perencanaan yang ada, kebanyakan jalan tidak mampu mencapai umur rencananya. Untuk menjaga agar umur layan jalan dapat dicapai perlu adanya penilaian kondisi perkerasan untuk mengetahui tingkat kelayakan kondisi perkerasan. Evaluasi kondisi permukaan jalan dapat mendeteksi penurunan kualitas jalan. Beban kendaraan yang berlebih (*overload*) pada asumsi desain perkerasan jalan menyebabkan umur layan suatu ruas jalan menjadi habis sebelum waktu yang telah ditentukan (Afirah 2021). Selain itu kurangnya pemeliharaan struktur jalan, drainase jalan yang buruk, karakteristik tanah dasar yang buruk, dapat menjadi faktor - faktor penyebab kerusakan perkerasan jalan.

Penilaian kondisi perkerasan jalan dengan metode PCI cukup banyak dilakukan di Indonesia. Mubarak dkk (2016) dalam penelitiannya menganalisa tingkat kerusakan perkerasan jalan dengan metode Pavement Condition Index (PCI) pada Jalan Soekarno Hatta. Ramdhani dkk (2017) dalam penelitiannya dalam penilaian kondisi perkerasan pada jalan sm amin kota pekanbaru dengan perbandingan metode bina marga dan metode Pavement Condition Index (PCI). Setyowati, Sutari (2011) juga melakukan penelitian tentang penilaian kondisi perkerasan dengan metode Pavement Condition Index (PCI), Peningkatan Jalan dan Perhitungan Rancangan Anggaran Biaya Pada Ruas Jalan Solo – Karanganyar. Jannah (2022) dalam penelitiannya menganalisis kerusakan perkerasan jalan dengan metoda bina marga dan Pavement Condition Index (PCI) pada Jl. Lintas Sumatera Km 203-213. *Ensiklopedia Research and Community Service Review*, 1(2), 114-122.

Penelitian ini akan membahas topik tentang prediksi umur layan menggunakan data kinerja struktur jalan dengan metode PCI (*Pavement Condition Index*) pada Ruas Jalan Nasional Lingkar Pati. Jalan nasional merupakan jalan arteri dan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan antar ibukota provinsi, dan jalan strategis nasional, serta jalan tol (PP No 26/1985). Analisis ini menghasilkan prediksi sisa umur layan dan kondisi perkerasan jalan yang dipakai sebagai dasar pertimbangan untuk menentukan waktu dan perbaikan yang tepat untuk memelihara perkerasan jalan pada Ruas Jalan Lingkar Pati.

Metode *Pavement Condition Index* (PCI)

Metode *Pavement Condition Index* (PCI) merupakan salah satu metode penilaian perkerasan yang digunakan untuk mengevaluasi kinerja dan kualitas suatu jalan, yakni dengan cara memperoleh suatu nilai yang berfungsi sebagai *rating* yang dapat dijadikan sebagai acuan dalam pemeliharaan jalan (Setyawan A. dkk, 2015). Perhitungan metode PCI ini dilakukan dengan membagi ruas jalan menjadi beberapa bagian, hal ini memudahkan dalam pemilihan pemeliharaan sesuai dengan prioritas kondisi jalan (Azhari, R. D., Hermansyah, H., & Kurniati, E, 2020). Dengan pembagian ini dapat menekan biaya perbaikan dan pemeliharaan menjadi lebih ekonomis. Rentang nilai PCI yakni mulai dari 0 sampai 100 dengan kriteria sempurna (*excellent*), sangat baik (*verygood*), baik (*good*), sedang (*fair*), jelek (*poor*), sangat jelek (*very poor*) dan gagal (*failed*). Nilai PCI tersebut lalu dibandingkan dengan nilai rating penilaian PCI seperti ditunjukkan **Gambar 1**.



Gambar 1 Rating Indeks Kondisi Perkerasan (PCI), Shahin dalam Hardiyatmo (2015)

Nilai *Pavement Condition Index* (PCI) diukur dengan menggunakan alat Hawkeye ACD 2000. *Hawkeye* merupakan kendaraan pintar untuk survei kondisi jalan dengan sistem pengoperasian terintegrasi dengan beberapa peralatan sensor yang spesifik dalam mendapatkan data karakteristik dan kondisi elemen jalan (arrb Group, 2013).

Prediksi sisa umur layan dapat digunakan sebagai acuan dalam pemilihan jenis penanganan atau pemeliharaan yang tepat untuk kinerja jalan agar dapat kembali seperti kondisi semula atau tidak menurun drastis. Pada **Tabel 1** merupakan matriks keputusan PCI yang dapat digunakan sebagai analisis sisa umur layan jalan dengan klasifikasi waktu perbaikan dari masing-masing nilai PCI setiap jenis dan ruas jalan.

Tabel 1 PCI *Decision Matrix*

| Time of Improvement | Freeway | Arterial | Collector | Local |
|---------------------|---------|----------|-----------|-------|
| Adequate | >85 | >85 | >80 | >80 |
| 6-10 years | 76-85 | 76-85 | 71-80 | 66-80 |
| 1-5 years | 66-75 | 56-75 | 51-70 | 46-65 |
| Now Rehabilitate | 60-65 | 50-55 | 45-50 | 40-45 |
| Now Reconstruct | <60 | <50 | <45 | <40 |

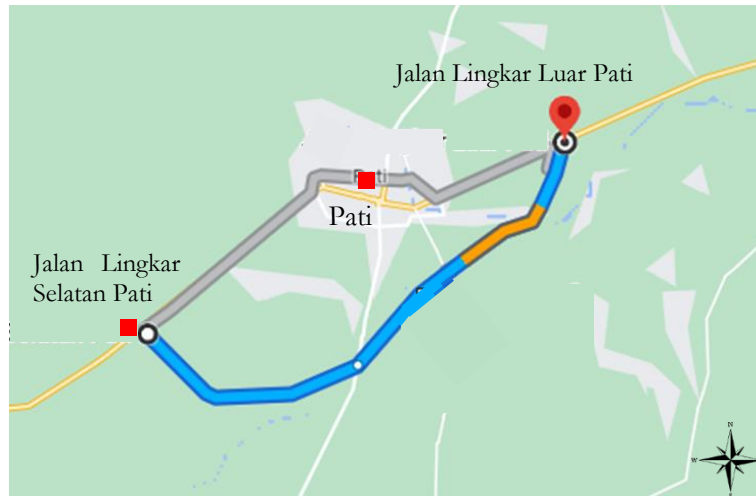
Sumber: Ogras Milestones V9#4, 2009

METODE

Penelitian prediksi umur layan ini menggunakan metode deskriptif analitis. Metode penelitian ini mendeskripsikan atau menggambarkan secara sistematis dan faktual mengenai hubungan antar variabel pada penelitian ini dengan cara mengumpulkan data, mengolah, menganalisis, dan membuat kesimpulan yang berlaku umum. Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data primer yang diperoleh dari survey secara langsung di lapangan dan data sekunder yang diperoleh dari Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional VII (Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta) dan Manual Desain Perkerasan Jalan Tahun 2017.

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada jalan nasional Provinsi Jawa Tengah yaitu ruas Jalan Lingkar Pati. Ruas jalan yang diteliti mempunyai panjang 12,54 km dan dibagi menjadi 13 segmen dan termasuk ke dalam status jalan arteri. Untuk lebih jelasnya, lokasi penelitian dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2 Lokasi penelitian ruas Jalan Lingkar Pati, *Google Maps* (2022)

Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Tahap Identifikasi Masalah, kegiatan ini dilakukan dengan menentukan lokasi yang diteliti serta mencari kendala yang terjadi di lokasi tersebut. Hal ini juga dimaksudkan untuk mengetahui kondisi eksisting dari lokasi yang akan dijadikan objek penelitian.
2. Tahap pengumpulan data, Pada penelitian ini metode pengumpulan data yang diambil ada data primer dan data sekunder. Data Primer adalah data yang diperoleh dengan melakukan pengamatan atau survei langsung di lapangan. Pada penelitian ini data primer yang diperoleh dengan melakukan pengamatan dan survei langsung. Data sekunder diperoleh dari Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional VII Daerah Jawa tengah dan DIY dan Manual Desain Perkerasan Jalan Tahun 2017.
3. Tahap analisis data , dengan membagi ruas jalan menjadi beberapa segmen dengan panjang segmen 1000m tiap segmen. Kemudian mencari nilai PCI rata-rata tiap segmen dan menentukan kriteria kondisi berdasarkan *standard PCI Rating Scale* dan sisa umur berdasarkan *PCI Decision Matrix*. Kemudian menentukan prediksi sisa umur layan.
4. Tahap pembahasan dan kesimpulan, tahap ini berisi pembahasan terhadap hasil sisa umur layan dan kondisi setiap segmen ruas jalan berdasarkan nilai PCI. Selanjutnya diambil kesimpulan dari hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Perkerasan Jalan

Pada tahapan ini, penilaian kondisi jalan untuk tiap segmen dengan mengklasifikasikan data PCI yang sudah didapatkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi perkerasan jalan tiap segmen berdasarkan tabel *Standard PCI Rating Scale* menurut Shahin dalam Hardiyatmo (2015) yang ditunjukkan pada **Tabel 2**.

Tabel 2. *Standard PCI Rating Scale*

| Nilai PCI (%) | Kondisi Jalan (<i>Road Conditions</i>) |
|---------------|--|
| 86-100 | <i>Good</i> |
| 71-85 | <i>Satisfactory</i> |
| 56-70 | <i>Fair</i> |
| 41-55 | <i>Poor</i> |
| 26-40 | <i>Very Poor</i> |
| 11-25 | <i>Serious</i> |
| 0-10 | <i>Failed</i> |

Penilaian kondisi perkerasan dilakukan dengan berdasarkan pada data PCI yang didapatkan dengan megklasifikasikannya berdasarkan **Gambar 1**. Hasil penilaian PCI dari ketigabelas segmen yang diteliti menunjukkan bahwa keberagaman kondisi dari setiap segmen perkerasan. Berdasarkan tabel yang disajikan pada tabel 2 di Ruas Jalan Lingkar Pati terdapat lima segmen yag memiliki kondisi *good* yaitu pada segmen 1, 2, 3, 4, dan 5 dimana kondisi jalan tersebut sangat baik seperti jalan baru. Terdapat juga kondisi *fair* yaitu pada segmen 7, 8, 9, 10, 11, 12 dimana kondisi jalan cukup tetapi terdapat kerusakan kecil. kondisi *poor* pada segmen 13 dimana kondisi jalan sangat buruk sehingga lalu lintas terganggu, dan kondisi *satisfactory* pada segmen 6 dimana kondisi jalan memuaskan hanya ada sedikit kerusakan sehingga lalu lintas masih berjalan lancar. Perhitungan rata-rata nilai PCI dan jenis kondisi pada setiap segmen ruas Jalan Lingkar Pati ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3 Kondisi Perkerasan Berdasarkan Nilai PCI Ruas Jalan Lingkar Pati

| Segmen | STA | Nilai PCI Tiap Segmen | Kondisi Jalan |
|--------|-----------------|-----------------------|---------------|
| 1 | 0+000 - 1+000 | 93,42 | Good |
| 2 | 1+000 - 2+000 | 96,13 | Good |
| 3 | 2+000 - 3+000 | 96,80 | Good |
| 4 | 3+000 - 4+000 | 97,28 | Good |
| 5 | 4+000 - 5+000 | 97,64 | Good |
| 6 | 5+000 - 6+000 | 82,90 | Satisfactory |
| 7 | 6+000 - 7+000 | 60,47 | Fair |
| 8 | 7+000 - 8+000 | 68,27 | Fair |
| 9 | 8+000 - 9+000 | 62,89 | Fair |
| 10 | 9+000 - 10+000 | 63,03 | Fair |
| 11 | 10+000 - 11+000 | 61,78 | Fair |
| 12 | 11+000 - 12+000 | 57,95 | Fair |
| 13 | 12+000 - 12+540 | 48,31 | Poor |

Sisa Umur Layan dan Jenis Penanganan

Berdasarkan Tabel 1 sebagai dasar penentuan sisa umur layan dalam metode PCI kemudian dikonversikan. Sebagai acuan sehingga didapatkan sisa umur layan yang lebih detail. Tabel matriks keputusan PCI dari *Ontario Good Roads Association* (2009) yang dijadikan sebagai acuan prediksi sisa umur layan berdasarkan metode PCI dengan mengonversikan pada *Time of Improvement* dengan tahun sesuai dengan nilai PCI pada unit penelitian dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 4 Konversi Sisa Umur Layan Berdasarkan *Time of Improvement*

| <i>Freeway</i> | <i>Arterial</i> | <i>Collector</i> | <i>Local</i> | <i>Time of Improvement</i> | Sisa Umur Layan (Tahun) |
|----------------|-----------------|------------------|--------------|----------------------------|-------------------------|
| >85 | >85 | >80 | >80 | <i>Adequate</i> | 11 - 20 |
| 76-85 | 76-85 | 71-80 | 66-80 | <i>6-10 years</i> | 6 - 10 |
| 66-75 | 56-75 | 51-70 | 46-65 | <i>1-5 years</i> | 1 - 5 |
| 60-65 | 50-55 | 45-50 | 40-45 | <i>Now Rehabilitate</i> | 0,5 - 0,9 |
| <60 | <50 | <45 | <40 | <i>Now Reconstruct</i> | 0 - 0,4 |

Berdasarkan **Tabel 4** sebagai dasar penentuan sisa umur layan dalam metode PCI, hasil konversi menunjukkan beberapa keputusan yang ada untuk mendapatkan angka tahun untuk setiap sisa umurnya. Keputusan *adequate* dikonversi menjadi 11-20 tahun, keputusan *now rehabilitate* menjadi 0,5-0,9, dan keputusan *now reconstruc* menjadi 0-0,4. Setelah diketahui. Berdasarkan hasil PCI ruas Jalan Lingkar Pati kemudian diinterpolasi untuk mendapatkan sisa umur layan pada masing-masing segmen. **Tabel 5** menunjukkan hasil perhitungan sisa umur layan dan waktu penanganannya pada masing-masing segmen.

Tabel 5 Rekapitulasi perhitungan prediksi sisa umur layan dan waktu penanganannya pada Ruas Jalan Lingkar Pati

| Segmen | STA | Nilai PCI | Keputusan | Sisa Umur Layan |
|--------|-----------------|-------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0+000 - 1+000 | 93,41525 | Adequate | 15,767 |
| 2 | 1+000 - 2+000 | 96,13175 | Adequate | 17,513 |
| 3 | 2+000 - 3+000 | 96,79975 | Adequate | 17,943 |
| 4 | 3+000 - 4+000 | 97,2845 | Adequate | 18,254 |
| 5 | 4+000 - 5+000 | 97,64375 | Adequate | 18,485 |
| 6 | 5+000 - 6+000 | 82,9015 | 6-10 years | 9,067 |
| 7 | 6+000 - 7+000 | 60,46825 | 1-5 years | 1,941 |
| 8 | 7+000 - 8+000 | 68,269 | 1-5 years | 3,583 |
| 9 | 8+000 - 9+000 | 62,887 | 1-5 years | 2,450 |
| 10 | 9+000 - 10+000 | 63,028 | 1-5 years | 2,480 |
| 11 | 10+000 - 11+000 | 61,77875 | 1-5 years | 2,217 |
| 12 | 11+000 - 12+000 | 57,95375 | 1-5 years | 1,411 |
| 13 | 12+000 - 12+540 | 48,30916667 | Now Reconstruct | 0,394 |

Berdasarkan **Tabel 5**, yang disajikan dapat dilihat bahwa segmen jalan yang mempunyai sisa umur layan kurang dari 1 tahun yaitu segmen 13 sehingga segera diperlukan rekonstruksi. Lalu segmen jalan yang memiliki sisa umur layan 1 – 5 tahun terdapat pada segmen 7, 8, 9, 10, 11, dan 12 sehingga diperlukan rehabilitasi untuk bagian-bagian jalan yang mulai rusak. Sedangkan segmen 1, 2, 3, 4, dan 5 memiliki sisa umur layan 11 – 20 tahun yang menunjukkan jalan masih baik untuk lalu lintas. Pada segmen 6 memiliki umur layan 6 – 10 tahun yang juga menunjukkan masih baik untuk lalu lintas. Secara keseluruhan untuk ketigabelas segmen pada Ruas Jalan Lingkar Pati yang telah dianalisis berdasarkan nilai PCI masih memiliki beberapa segmen yang masih baik, tetapi terdapat juga segmen yang perlu untuk adanya rekonstruksi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan untuk mengetahui kondisi perkerasan jalan dan memprediksi sisa umur layan jalan menggunakan metode *Pavement Condition Index* (PCI) disimpulkan bahwa:

1. Pada tahun 2020 Ruas Jalan Lingkar Pati memiliki nilai PCI rata-rata sebesar 75,91 yang masuk dalam klasifikasi kondisi jalan *Satisfactory*.
2. Pada tahun 2020 perhitungan prediksi sisa umur layan pada ruas Jalan Lingkar Pati memiliki hasil yang bervariasi, yaitu segmen dengan prediksi sisa umur layan 1 tahun terdapat pada segmen 13, prediksi sisa umur layan antara 1 – 10 tahun yaitu pada segmen 6, 7, 8, 9, 10, 11, dan 12, dan prediksi sisa umur layan 11 – 20 tahun segmen 1, 2, 3, 4, dan 5.
3. Tahun 2020 untuk penanganan pada semua segmen pada ruas Jalan Lingkar Pati masih dalam kondisi yang baik, kecuali pada segmen 13 yang sudah harus memasuki masa rekonstruksi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membimbing serta memberikan arahan dan masukan kepada penulis dalam penelitian ini.

REFERENSI

- Abduh, R. M. (2022). *STUDI KERUSAKAN DAN PENDEKATAN PERBAIKAN PERKERASAN KAKU (RIGID PAVEMENT) JALAN TOL BAKAUHENI TERBANGGI BESAR PADA RUAS SIDOMULYO STA 39+ 400–KOTABARU STA 80+ 000* (Doctoral dissertation, UNIVERSITAS LAMPUNG).
- AFIRAH, A. T. (2021). PERBANDINGAN PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN JALAN DENGAN BEBAN STANDARD DAN BEBAN LEBIH (OVER LOAD) PADA RUAS JALAN MAKASSAR-MAROS (Doctoral dissertation, UNIVERSITAS BOSOWA).
- Azhari, R. D., Hermansyah, H., & Kurniati, E. (2020). Analisa Kerusakan Lapis Perkerasan Lentur Jalan Menggunakan Metode Pavement Condition Index (PCI). *JUTEKS: Jurnal Teknik Sipil*, 5(1), 38-46.
- Arb groups, 2013. User Manual Hawkeye – Processing Toolkit and Data Viewer. Australia.
- Caroles, L. (2022). *Pengantar Perkerasan dan Landasan*. wawasan Ilmu.
- Google Inc. 2022. Google Maps: Ruas Jalan Lingkar Pati Dalam <http://maps.google.com/>.
- Hidayat, S. R., & Santosa, R. (2018). Kajian Tingkat Kerusakan Menggunakan Metode PCI Pada Ruas Jalan Ir. Sutami Kota Probolinggo. *Ge-STRAM: Jurnal Perencanaan dan Rekayasa Sipil*, 1(2), 65
- Hutauruk, A. G., INFRASTRUKTUR, B. K. M. A., & HUTAURUK, A. G. (2015). Analisis Prediksi Kondisi Perkerasan Jalan Menggunakan Pendekatan HDM-4 Untuk Penanganan Jalan (Studi Kasus: Ruas Jalan Nasional Bts. Kota Gresik-Sadang). Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Jannah, R. L., Yermadona, H., & Dewi, S. (2022). Analisis Kerusakan Perkerasan Jalan Dengan Metoda Bina Marga Dan Pavement Condition Index (PCI)(Studi kasus: Jl. Lintas Sumatera Km 203-213). *Ensiklopedia Research and Community Service Review*, 1(2), 114-122.
- Karim, H. A., Lis Lesmini, S. H., Sunarta, D. A., SH, M., Suparman, A., SI, S., ... & Bus, M. (2023). *Manajemen transportasi*. Cendikia Mulia Mandiri
- Kementerian Pekerjaan Umum, 2017, “Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2017”, Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Mubarak, H. (2016). Analisa Tingkat Kerusakan Perkerasan Jalan Dengan Metode Pavement Condition Index (Pci) Studi Kasus: Jalan Soekarno Hatta Sta. 11+ 150 sd 12+ 150. *Jurnal Saintis*, 16(1), 94-109.
- Ontario Good Roads Association, 2009, “Pavement Condition Index 101”, Toronto. Denso North America Inc.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia, 1985, PP No. 26 Tahun 1985 Tentang Jalan.
- Pratama, D. A., Setyawan, A., & Suryoto, S., 2017. “Evaluasi Nilai Kondisi Perkerasan Jalan Nasional Dengan Metode Pavement Condition Index (Pci) Dan Metode Falling Weight Deflectometer (Fwd)(Studi Kasus: Ruas Jalan Klaten-Prambanan)”, *Matriks Teknik Sipil*, 5(3).
- Ramdhani, F. (2017). Penilaian Kondisi Perkerasan pada Jalan Sm Amin Kota Pekanbaru dengan Perbandingan Metode Bina Marga dan Metode Pavement Condition Index (PCI). *Jurnal Kajian Teknik Sipil*, 2(1), 17-30.
- Setyawan, Ary, Jolis Nainggolan, and Arif Budiarto, 2015, "Predicting the Remaining Service Life of Road Using Pavement Condition Index", *Procedia Engineering*.
- Setyowati, S. 2011. Penilaian Kondisi Perkerasan Dengan Menggunakan Metode Pavement Condition Index (PCI), Penigkatan Jalan Dan Perhitungan Rancangan Anggaran Biaya Pada Ruas Jalan Solo – Karanganyar Km 4+400 – 11+050.
- Shahin, M.Y. (1994). *Pavement Management for Airports, Roads, and Parking Lots*, New York: Chapman & Hall.
- Sukirman, Silvia. 1999. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung: Nova
- Yudaningrum, F., & Ikhwanudin, I. (2017). IDENTIFIKASI JENIS KERUSAKAN JALAN (Studi Kasus Ruas Jalan Kedungmundu-Meteseh). *Teknika*, 12(2).